



Europäisches  
Patentamt

Eur pean  
Patent Office

Office eur péen  
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03016640.9

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

DEN HAAG, DEN  
THE HAGUE, 07/08/03  
LA HAYE, LE





Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung**  
**Sheet 2 of the certificate**  
**Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.: 03016640.9  
Demande n°:

Anmeldetag:  
Date of filing: 30/07/03  
Date de dépôt:

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
PRO DESIGN Electronic & CAD-Layout GmbH  
83052 Bruckmühl  
GERMANY

Bezeichnung der Erfindung:  
Title of the invention:  
Titre de l'invention:

Vorrichtung zur Emulation von Entwürfen für integrierte Schaltkreise

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:  
State:  
Pays:

Tag:  
Date:  
Date:

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing:  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT/BG/BE/CH/CY/CZ/DE/DK/EE/ES/FI/FR/GB/GR/HU/IE/IT/LI/LU/MC/

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:



EPO - Munich  
66

30. Juli 2003

WS PATENT<sup>®</sup>

DR.-ING. WOLFRAM SCHLIMME

DIPL.-ING., DIPL.-WIRTSCH.-ING.

Anmelder:

PRO DESIGN

5 Electronic & CAD-Layout GmbH  
Albert-Mayer-Straße 16

D - 83052 BRUCKMÜHL

PATENTANWALT  
EUROPEAN PATENT ATTORNEY  
EUROPEAN TRADE MARK ATTORNEY

POSTANSCHRIFT:  
POSTFACH 13 66  
D - 85505 OTTOBRUNN

HAUSANSCHRIFT:  
ROSENHEIMER LANDSTR. 115  
D - 85521 OTTOBRUNN

10 Ottobrunn, den 30. Juli 2003  
Amtl. Aktenzeichen:  
Anwaltsakte: P 1034

TELEFON 089 - 60 900 69  
TELEFAX 089 - 60 900 60  
INFO-LINE 0700 - WSPATENT  
E-MAIL info@wspatent.de  
INTERNET www.wspatent.de

15

Vorrichtung zur Emulation von Entwürfen für integrierte  
Schaltkreise

20 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Emulation von  
Entwürfen für integrierte Schaltkreise gemäß dem Oberbegriff  
des Patentanspruchs 1.

25 Eine gängige Methode zur Verifikation von Entwürfen für  
integrierte Schaltkreise, sogenannten Chipdesigns, ist deren  
Abbildung mit einer programmierbaren Hardware. Eine solche  
programmierbare Hardware ist häufig aus programmierbaren  
Logikschaltkreisen, sogenannten FPGA-Schaltkreisen (FPGA:  
30 field programmable gate array) aufgebaut. Den Vorgang der  
Verifikation auf einer solchen Hardware bezeichnet man als  
"Emulation" oder "Rapid Prototyping".

35 Da es aufgrund der Größe und Komplexität eines Entwurfs nicht  
immer möglich ist, den gesamten Entwurf in nur einem einzigen  
programmierbaren Logikschaltkreis abzubilden, wird eine  
programmierbare Hardware verwendet, die aus mehreren

programmierbaren Logikschaltkreisen besteht. Ein dabei auftretendes Problem ist die geeignete Verdrahtung der Logikschaltkreise untereinander. Werden lediglich zwei Logikschaltkreise miteinander verbunden, so läßt sich diese Verbindung einfach als Eins-zu-eins-Verdrahtung aufbauen. Sollen jedoch drei Logikschaltkreise miteinander verbunden werden, so können diese entweder in einer Sternstruktur, in einer Dreiecksstruktur oder in einer Mischform miteinander verschaltet werden. Dabei treten bereits eine Vielzahl von Leitungskreuzungen auf, die in optimaler Weise auf der die Logikschaltkreise aufnehmenden Leiterplatte untergebracht werden müssen. Je mehr programmierbare Logikschaltkreise verwendet werden müssen, um ein Chipdesign zu verifizieren, um so komplizierter werden die Strukturen. Werden diese Strukturen nun auf einer speziell für den Anwendungsfall erstellten Leiterplatte abgebildet, so ergeben sich im wesentlichen zwei Nachteile:

- die Struktur muß beim Schaltungsentwurf und beim Layout der Leiterplatte bereits feststehen. Da sich aber das zu verifizierende Chipdesign zu diesem Zeitpunkt zumeist noch in Entwicklung befindet, ist es äußerst schwierig, im voraus ein Layout der Leiterplatte zu erstellen. Weiterhin treten dann Probleme auf, wenn sich aufgrund von Änderungen in der Entwicklung die benötigte Struktur ändert, so daß dann die Leiterplatte umgebaut werden müßte;
- eine für einen speziellen Anwendungsfall hergestellte Leiterplatte kann in der Regel nicht für zukünftige Anwendungsfälle verwendet werden, da dort wieder andere Anforderungen an die Verbindungsstruktur bestehen.

Aus der EP 0 651 343 sind ein Verfahren zur Verwendung einer elektronisch wiederkonfigurierbaren Gatterfeldlogik und ein dadurch hergestelltes Gerät bekannt, bei welchem die

Logik-Schaltkreise über eine Kreuzschienen-Schaltanordnung (Anordnung aus sogenannten crossbar chips) miteinander verbunden sind.

- 5 Diese Lösung mittels Kreuzschienenschaltern ist jedoch nicht sehr vorteilhaft, da Kreuzschienenschalter  
Spezialschaltkreise sind, die ein begrenztes Einsatzgebiet besitzen und deren Marktverfügbarkeit nicht immer garantiert ist. Darüber hinaus wird das entsprechende Gehäuse des  
10 Kreuzschienenschalter-Chips und dessen Aufbau um so komplexer, je größer die Anzahl der zu schaltenden Leitungen wird. Dementsprechend ist auch das Leiterplattendesign für  
derartige Chips äußerst aufwendig. Durch die hohe Komplexität dieser Kreuzschienenschalter-Chips, in denen jedes Signal mit  
15 jedem Signal verbunden werden kann, werden nur verhältnismäßig lange Durchlaufzeiten der Signale erreicht. Dieses hat im vorliegenden Anwendungsfall unmittelbaren  
Einfluß auf die Verifikationsgeschwindigkeit und auf die Verifikationszeit, indem die Verifikationsgeschwindigkeit  
20 sinkt und die Verifikationszeit ansteigt. Ziel ist es jedoch bei der Emulation von Entwürfen für integrierte Schaltkreise, den Chipentwurf mit möglichst hoher Geschwindigkeit zu  
verifizieren und damit die Verifikationszeit zu minimieren.
- 25 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Emulation von Entwürfen für integrierte  
Schaltkreise gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart auszugestalten, daß bei hoher Flexibilität der  
Verbindungsstruktur eine hohe Verifikationsgeschwindigkeit  
30 ermöglicht wird und damit die Verifikationszeit minimiert werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Emulationsvorrichtung wird eine den programmierbaren Logikschaltkreisen, insbesondere den FPGAs, innewohnende Eigenschaft ausgenutzt, nämlich jene, daß die Signale aus dem

5 Logikschaltkreis an beliebige Anschlußkontakte des Logikschaltkreises geroutet werden können. Bei herkömmlichen integrierten Schaltkreisen (zum Beispiel Prozessoren) sind die Anschlußkontakte inneren Strukturen des Schaltkreises hingegen fest zugeordnet. Beim Erfindungsgegenstand wird die

10 flexible Eigenschaft der beliebigen Kontaktierung der Anschlußkontakte mit inneren Strukturen des Logikschaltkreises ausgenutzt, um in Verbindung mit den wahlweise miteinander verbindbaren BUS-Leitungen genau jene Kombinationsmöglichkeiten herzustellen, die für den Aufbau

15 des Entwurfs des integrierten Schaltkreises erforderlich sind. Es müssen also nicht, wie im mit Kreuzschienen-Schaltkreisen arbeitenden Stand der Technik, alle grundsätzlich möglichen Kombinationsmöglichkeiten vorgesehen werden.

20 Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von Kanälen einer BUS-Leitung mit einer Mehrzahl von Kanälen einer anderen BUS-Leitung wahlweise elektrisch verbindbar, wobei jeder Kanal der einen BUS-Leitung mit dem zugeordneten Kanal der anderen

25 BUS-Leitung elektrisch verbindbar ist, wobei die einzelnen Kanäle unabhängig voneinander verbindbar sind. Durch diese Ausgestaltung wird die Flexibilität erhöht.

Vorzugsweise sind zwischen zumindest einem Teil der

30 programmierbaren Logikschaltkreise Verbindungs-BUS-Leitungen zur direkten Verbindung der entsprechenden Logikschaltkreise miteinander vorgesehen. Geht man von einem typischen Chipdesign aus, welches auf mehrere Logikschaltkreise (zum Beispiel FPGAs) verteilt wird, so ist die Wahrscheinlichkeit

35 hoch, daß benachbarte Logikschaltkreise mehr Verbindungsleitungen untereinander benötigen, als



Logikschaltkreise, die weiter voneinander entfernt sind. Für diese Verbindungsleitungen der benachbarten Logikschaltkreise sind Verbindungs-BUS-Leitungen zur direkten Verbindung vorgesehen. Hierdurch wird die Anzahl der benötigten Schalter reduziert und die Signallaufzeiten werden aufgrund der kurzen direkten Verbindungswege spürbar reduziert.

In einer bevorzugten Weiterbildung sind mehrere Aufnahmeeinrichtungen über Verbindungseinrichtungen miteinander verbindbar, wobei die Verbindungseinrichtungen schaltbare BUS-Leitungen aufweisen. Hierdurch wird es möglich, eine modular aufgebaute Vorrichtung zu schaffen, die durch Verbindung mehrerer Aufnahmeeinrichtungen, die im wesentlichen identisch aufgebaut sein können, realisiert wird.

Dabei sind vorzugsweise Haupt-Verbindungseinrichtungen vorgesehen, die jeweils zwei Aufnahmeeinrichtungen miteinander verbinden, wobei die Haupt-Verbindungseinrichtung BUS-Leitungen aufweisen, die jeweils einander zugeordnete BUS-Leitungen der beiden Aufnahmeeinrichtungen miteinander verbinden und wobei die BUS-Leitungen einer Haupt-Verbindungseinrichtung derart wahlweise miteinander elektrisch verbindbar sind, daß zumindest ein Kanal einer BUS-Leitung mit einem Kanal von zumindest einer anderen BUS-Leitung elektrisch verbindbar ist. Mit derartigen Haupt-Verbindungseinrichtungen können auf einfache Weise jeweils zwei Aufnahmeeinrichtungen zu einem Aufnahmeeinrichtungspaar miteinander verbunden werden.

Weiter vorteilhaft ist es, wenn Gruppen-Verbindungseinrichtungen vorgesehen sind, die jeweils zwei aus zwei mit einer Haupt-Verbindungseinrichtung verbundenen Aufnahmeeinrichtungen bestehende Aufnahmeeinrichtungspaare miteinander verbinden und wobei eine Gruppen-Verbindungseinrichtung BUS-Leitungen aufweist,

die mit den BUS-Leitungen der jeweiligen  
 Aufnahmeeinrichtungspaare verbunden sind und wobei die  
 BUS-Leitungen der Gruppen-Verbindungseinrichtungen jeweils  
 derart schaltbar sind, daß jedem Kanal einer jeden  
 5 BUS-Leitung der Gruppen-Verbindungseinrichtung ein Schalter  
 zugeordnet ist und daß die jeweiligen Schalter unabhängig  
 voneinander ein- und ausschaltbar sind. Das Vorsehen dieser  
 Gruppen-Verbindungseinrichtungen ermöglicht es, Paare von  
 Aufnahmeeinrichtungen, die jeweils mittels einer  
 10 Haupt-Verbindungseinrichtung miteinander verbunden sind,  
 nahezu beliebig aneinander zu reihen.

In einer bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen  
 Vorrichtung weisen die Aufnahmeeinrichtungen, die  
 15 Haupt-Verbindungseinrichtungen und die  
 Gruppen-Verbindungseinrichtungen Leiterplatten auf, die an  
 ihrer Oberseite und an ihrer Unterseite jeweils mit einer  
 Steckverbinderanordnung versehen sind, die aus mehreren  
 Steckverbindern besteht, welche in derselben Position auf der  
 20 jeweiligen Leiterplatte angeordnet sind und wobei die nach  
 außen führenden BUS-Leitungen der jeweiligen Leiterplatte  
 sowohl mit oberen als auch mit entsprechenden unteren  
 Steckverbindern der jeweiligen Steckverbinderanordnung in  
 gleicher Weise elektrisch verbunden sind. Diese Ausgestaltung  
 25 gestattet einen modularen Aufbau der erfindungsgemäßen  
 Vorrichtung, da Aufnahmeeinrichtungen,  
 Haupt-Verbindungseinrichtungen und  
 Gruppen-Verbindungseinrichtungen einfach übereinander  
 angeordnet und zur Kontaktierung zusammengesteckt werden  
 30 können.

Eine bevorzugte Ausgestaltung dieses modularen Aufbaus  
 zeichnet sich dadurch aus, daß die Leiterplatten übereinander  
 angeordnet und mittels der Steckverbinderanordnungen  
 35 mechanisch und elektrisch miteinander verbunden sind, wobei  
 jeweils zwei Leiterplatten der Aufnahmeeinrichtungen mittels

einer zwischen diesen angeordneten Leiterplatte einer Haupt-Verbindungseinrichtung sandwichartig zu einem Aufnahmeeinrichtungspaar verbunden sind und wobei die Aufnahmeeinrichtungspaare miteinander mittels der

5 Leiterplatten der Gruppen-Verbindungseinrichtungen verbunden sind. Durch diese sandwichartige und modulare Anordnung der Aufnahmeeinrichtungen, Haupt-Verbindungseinrichtungen und Gruppen-Verbindungseinrichtungen entsteht ein kompakter Block als Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit extrem

10 kurzen Signalwegen und entsprechend kurzen Signallaufzeiten, wodurch eine hohe Verifikationsgeschwindigkeit erzielt werden kann.

Vorzugsweise ist zwischen einigen der Steckverbinder der

15 jeweiligen Steckverbinderanordnungen ein Abstand vorgesehen, der das Durchströmen von Kühlluft zwischen den Steckverbindern durch das Leiterplatten-Sandwich ermöglicht. Die Kühlluft kann in dieser Anordnung sehr wirksam, beispielsweise nach dem Querstromprinzip, die Leiterplatten

20 umfließen und die dort entstehende Wärme abführen.

Zur Durchführung der flexiblen Verschaltung der Verbindungsstruktur einer Vorrichtung zur Emulation von Entwürfen für integrierte Schaltkreise gemäß der Erfindung

25 wird besonders bevorzugt ein Computerprogramm eingesetzt, welches die folgenden Programmschritte ausführt:

- Überprüfen, ob in dem zu emulierenden Entwurf eines integrierten Schaltkreises Elemente mit einer

30 Platzierungsvorgabe vorgesehen sind;

- falls derartige Elemente vorgesehen sind, Zuordnen eines Einbauplatzes der Aufnahmeeinrichtung für das jeweilige Element;
- Zuordnen eines jeweiligen Einbauplatzes für ein

35 jeweiliges Element ohne Platzierungsvorgabe;

- Überprüfen, ob zwischen den Elementen untereinander und/oder mit externen Erweiterungselementen Signale über vorgegebene Anschlußkontakte auszutauschen sind;
- falls dies der Fall ist, Zuordnen der jeweiligen Anschlußkontakte zueinander über entsprechende Kanäle der BUS-Leitungen;
- Routen der verbleibenden auszutauschenden Signale;
- Berechnen der internen und externen Belegung der Anschlußkontakte der Logikschaltkreise;
- Herstellen der internen Verbindungen zwischen dem zu emulierenden integrierten Schaltkreisentwurf und den zugeordneten Anschlußkontakten eines jeden programmierbaren Logikschaltkreises und
- Herstellen der externen Verbindungen zwischen den Anschlußkontakten der programmierbaren Logikschaltkreise und den zugeordneten Kanälen der BUS-Leitungen.

Ein derartiges Computerprogramm beschleunigt den Vorgang der Schaltungsauflösung und der Verbindung der einzelnen Logikschaltkreise untereinander und steuert die einzelnen Schalter unmittelbar an.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

**Fig. 1.** eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

**Fig. 2.** eine vergrößerte schematische Darstellung einer schaltbaren BUS-Leitung gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 3.** eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit zwei

ein Aufnahmeeinrichtungspaar bildenden  
Aufnahmeeinrichtungen;

5 **Fig. 4.** eine schematische Darstellung noch einer weiteren  
Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit drei  
Aufnahmeeinrichtungspaaren;

10 **Fig. 5.** einen schematischen Grundriß der  
Steckverbinderanordnung, wie sie auf einer  
Aufnahmeeinrichtung, einer  
Haupt-Verbindungseinrichtung und einer  
Gruppen-Verbindungseinrichtung vorgesehen ist;

15 **Fig. 6.** eine Seitenansicht eines Leiterplatten-Sandwiches  
einer erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

**Fig. 7.** ein Flußdiagramm eines Computerprogramms zur  
flexiblen Verschaltung der Verbindungsstruktur einer  
erfindungsgemäßen Vorrichtung.

20 In Fig. 1 ist eine Aufnahmeeinrichtung 1 gezeigt, die eine  
Leiterplatte 10 aufweist, auf der drei Einbauplätze 11a, 12a,  
13a für programmierbare Logikschaltkreise 11, 12, 13 und eine  
in der Fig. 1 nur schematisch dargestellte elektrische  
25 Verbindungsstruktur 14 vorgesehen sind.

Jeder der Einbauplätze 11a, 12a, 13a für die entsprechenden  
programmierbaren Logikschaltkreise 11, 12, 13 ist mit zwei  
BUS-Leitungen 111, 112; 121, 122; 131, 132 verbunden, wobei  
30 jede der BUS-Leitungen mit einer Mehrzahl von (nicht  
gezeigten) Anschlußkontakten des jeweiligen Einbauplatzes  
11a, 12a, 13a verbunden ist. Das Vorsehen von jeweils zwei  
BUS-Leitungen pro Einbauplatz ist lediglich beispielhaft  
gezeigt; es können pro Einbauplatz auch nur eine BUS-Leitung  
35 oder mehr als zwei BUS-Leitungen vorgesehen sein.

Die BUS-Leitungen 111, 112; 121, 122; 131, 132 sind durch BUS-Verbindungsleitungen 141, 142, 143 miteinander verbunden, wobei in jeder BUS-Verbindungsleitung eine weiter unten unter Bezugnahme auf Fig. 2 näher erläuterte BUS-Schaltvorrichtung 5 141'; 142'; 143' vorgesehen ist. Im einzelnen verbindet die schaltbare BUS-Verbindungsleitung 141 die zweite BUS-Leitung 112 des ersten Einbauplatzes 11a mit der ersten BUS-Leitung 121 des zweiten Einbauplatzes 12a. Die BUS-Verbindungsleitung 142 verbindet die zweite BUS-Leitung 122 des zweiten 10 Einbauplatzes 12a mit der ersten BUS-Leitung 131 des dritten Einbauplatzes 13a. Die BUS-Verbindungsleitung 143 verbindet die zweite BUS-Leitung 132 des dritten Einbauplatzes 13a mit der ersten BUS-Leitung 111 des ersten Einbauplatzes 11a.

15 In Fig. 2 ist die BUS-Schaltvorrichtung 141' der ersten BUS-Verbindungsleitung 141 schematisch in einer Vergrößerung dargestellt. Man kann erkennen, daß die BUS-Schaltvorrichtung 141' aus einer Vielzahl von Schaltern  $S_1$  bis  $S_k$  besteht, die jeweils einen der Kanäle 1 bis k der BUS-Verbindungsleitung 20 141 schalten. Die Schalter  $S_1$  bis  $S_k$  können dabei unabhängig voneinander ein- und ausgeschaltet werden. Die BUS-Schalteranordnung 141' kann so ausgebildet sein, daß sie alle Kanäle der BUS-Verbindungsleitung 141 oder nur einen Teil davon schaltet. Die anderen BUS-Schaltvorrichtungen 25 142', 143' sind auf dieselbe Weise ausgebildet wie die erste BUS-Schaltvorrichtungen 141'.

Durch die Schaltbarkeit der einzelnen Kanäle der BUS-Verbindungsleitungen 141, 142, 143 und die freie 30 Belegbarkeit der Anschlußkontakte eines jeden programmierbaren Logikschaltkreises 11, 12, 13 läßt sich jede gewünschte Verbindung in einer Ringstruktur zwischen den Logikschaltkreisen 11, 12, 13 herstellen.

35 In Fig. 3 ist eine Paarung zweier Aufnahmeeinrichtungen 1, 2 dargestellt, die über eine Haupt-Verbindungseinrichtung 7A

elektrisch miteinander verbunden sind. In der Figur sind die Aufnahmeeinrichtungen 1, 2 sowie die Haupt-Verbindungseinrichtung 7A zum besseren Verständnis der elektrischen Verbindungen in der Ebene nebeneinander dargestellt. In der Praxis sind sie jedoch übereinander angeordnet, wie es weiter unten noch beschrieben wird. Die Aufnahmeeinrichtung 1 entspricht im wesentlichen der Aufnahmeeinrichtung 1 aus Fig. 1, enthält jedoch zusätzlich auf der Leiterplatte 10 direkte Verbindungs-BUS-Leitungen 15, 16, 17, wobei die Verbindungs-BUS-Leitung 15 einen Teil der Anschlußkontakte des ersten Einbauplatzes 11a mit einem Teil der Anschlußkontakte des zweiten Einbauplatzes 12a verbindet. Die zweite Verbindungs-BUS-Leitung 16 verbindet einen Teil der Anschlußkontakte des zweiten Einbauplatzes 12a mit einem Teil der Anschlußkontakte des dritten Einbauplatzes 13a und die dritte Verbindungs-BUS-Leitung 17 verbindet einen Teil der Anschlußkontakte des dritten Einbauplatzes 13a mit einem Teil der Anschlußkontakte des ersten Einbauplatzes 11a. Über diese direkten Verbindungs-BUS-Leitungen werden Signale geroutet, die zwischen den einzelnen programmierbaren Logikschaltkreisen 11, 12, 13 direkt ausgetauscht werden, ohne daß es dazu einer flexiblen Programmierung des ganzen Routings bedarf.

Die Leiterplatte 10 der ersten Aufnahmeeinrichtung 1 weist außerdem gegenüber der in Fig. 1 nur schematisch dargestellten Schaltung BUS-Schaltvorrichtungen 111', 112'; 121', 122'; 131', 132' auf, die jeweils in den zugeordneten BUS-Leitungen 111, 112; 121, 122; 131, 132 auf der vom zugehörigen Einbauplatz 11a; 12a; 13a abgewandten Seite der jeweiligen BUS-Verbindungsleitung 141; 142; 143 vorgesehen sind. Diese BUS-Schaltvorrichtungen 111', 112'; 121', 122'; 131', 132' sind genauso aufgebaut wie die in Fig. 2 dargestellte BUS-Schaltvorrichtung. Die BUS-Leitungen 111, 112, 121, 122, 131, 132 sind auf der von den Schaltvorrichtungen 111', 112'; 121', 122'; 131', 132'

bezüglich des zugeordneten Einbauplatzes 11a; 12a; 13a  
abgewandten Seite mit auf der Oberseite der Leiterplatte 10  
angeordneten, in Fig. 3 nur schematisch gezeigten,  
Steckverbindern einer oberen Steckverbinderanordnung  $V_o$  und  
5 mit an der Unterseite der Leiterplatte 10 angeordneten, in  
Fig. 3 ebenfalls nur schematisch dargestellten,  
Steckverbindern einer unteren Steckverbinderanordnung  $V_u$   
elektrisch verbunden. Jedem Kanal einer BUS-Leitung sind  
dabei ein Kontakt der oberen Steckverbinderanordnung  $V_o$  und  
10 der diesem entsprechende Kontakt der unteren  
Steckverbinderanordnung  $V_u$  zugeordnet.

Die Aufnahmeeinrichtung 2 besteht im Beispiel der Fig. 3 aus  
einer Leiterplatte 20, die in dieser schematischen  
15 Schaltungsansicht spiegelverkehrt zur Leiterplatte 10 der  
Aufnahmeeinrichtung 1 dargestellt ist, in der praktischen  
Ausführung sind die Leiterplatten 10 und 20 jedoch im  
wesentlichen identisch aufgebaut. Die Aufnahmeeinrichtung 2  
weist ebenfalls drei programmierbare Logikschaltkreise 21,  
20 22, 23 auf, die über eine Verbindungsstruktur 24 miteinander  
in der gleichen Weise verbunden sind wie dies in der  
Aufnahmeeinrichtung 1 der Fall ist. Auch die direkten  
Verbindungs-BUS-Leitungen 25, 26, 27 sind analog vorgesehen.  
Die von den Einbauplätzen 21a, 22a, 23a der Leiterplatte 20  
25 ausgehenden BUS-Leitungen 211, 212, 221, 222, 231, 232  
entsprechen den BUS-Leitungen der Fig. 1 mit einem um 100  
niedrigeren Bezugszeichen. Auch die entsprechenden  
BUS-Verbindungsleitungen sind wie in der Aufnahmeeinrichtung  
1 vorgesehen und mit entsprechenden BUS-Schalteinrichtungen  
30 versehen. Die Aufnahmeeinrichtung 2 entspricht somit im  
Aufbau der Aufnahmeeinrichtung 1.

Die zwischen den Aufnahmeeinrichtungen 1 und 2 angeordnete  
Haupt-Verbindungseinrichtung 7A weist entsprechende  
35 BUS-Leitungen 711, 712; 721, 722; 731, 732 auf, die über  
jeweilige Steckverbinder einer oberen Steckverbinderanordnung



- $V_0$  sowie einer unteren Steckverbinderanordnung  $V_u$  die jeweiligen BUS-Leitungen der Aufnahmeeinrichtungen 1 und 2 miteinander verbinden. Dabei verbindet die erste BUS-Leitung 711 die BUS-Leitung 111 der Aufnahmeeinrichtung 1 mit der
- 5 BUS-Leitung 211 der Aufnahmeeinrichtung 2. Die zweite BUS-Leitung 712 verbindet die BUS-Leitung 112 der Aufnahmeeinrichtung 1 mit der BUS-Leitung 212 der Aufnahmeeinrichtung 2. Die dritte BUS-Leitung 721 verbindet die BUS-Leitung 121 der Aufnahmeeinrichtung 1 mit der
- 10 BUS-Leitung 221 der Aufnahmeeinrichtung 2. Die vierte BUS-Leitung 722 verbindet die BUS-Leitung 122 der Aufnahmeeinrichtung 1 mit der BUS-Leitung 222 der Aufnahmeeinrichtung 2. Die fünfte BUS-Leitung 731 verbindet die BUS-Leitung 131 der Aufnahmeeinrichtung 1 mit der
- 15 BUS-Leitung 231 der Aufnahmeeinrichtung 2. Die sechste BUS-Leitung 732 verbindet die BUS-Leitung 132 der Aufnahmeeinrichtung 1 mit der BUS-Leitung 232 der Aufnahmeeinrichtung 2.
- 20 Auch die Haupt-Verbindungseinrichtung 7A ist mit schaltbaren BUS-Verbindungsleitungen 741, 742, 743 versehen, wobei die BUS-Verbindungsleitung 741 die zweite BUS-Leitung 712 mit der fünften BUS-Leitung 731 verbindet. Die BUS-Verbindungsleitung 742 verbindet die erste BUS-Leitung 711 mit der vierten
- 25 BUS-Leitung 722 und die BUS-Verbindungsleitung 743 verbindet die dritte BUS-Leitung 721 mit der sechsten BUS-Leitung 732.
- Jede der BUS-Verbindungsleitungen 741, 742, 743 weist eine BUS-Schaltvorrichtung 741', 742', 743' auf, die jeweils
- 30 entsprechend der in Fig. 2 gezeigten BUS-Schaltvorrichtung aufgebaut ist.

Die BUS-Schaltvorrichtungen in der Haupt-Verbindungseinrichtung 7A ermöglichen in Zusammenhang

35 mit den BUS-Schaltvorrichtungen der Aufnahmeeinrichtungen 1 und 2 ein beliebiges Verschalten der an die einzelnen

BUS-Kanäle angelegten Anschlußkontakte der jeweiligen Einbauplätze 11a, 12a, 13a, 21a, 22a, 23a für die programmierbaren Logikschaltkreise 11, 12, 13, 21, 22, 23 sowohl in einer Ringstruktur, als auch in einer Sternstruktur, als auch in einer gemischten Struktur.

Wird die Haupt-Verbindungseinrichtung 7A nur mit einer Aufnahmeeinrichtung 1; 2 verwendet, so wird zusätzlich zu der in Fig. 1 gezeigten Möglichkeit der Schaltung einer Ringstruktur auch die Schaltung einer Sternstruktur oder einer aus diesen beiden gemischten Hybridstruktur möglich.

Die Fig. 3 zeigt weiterhin eine Erweiterungseinrichtung 8, die über Steckverbinder einer unteren Steckverbinderanordnung  $V_u$  mit Steckverbindern der oberen Steckverbinderanordnung  $V_o$  der Leiterplatte 10 der Aufnahmeeinrichtung 1 verbunden ist, so daß die BUS-Leitungen 111, 112, 121, 122, 131, 132 der ersten Aufnahmeeinrichtung 1 mit jeweiligen BUS-Leitungen 811, 812, 813, 814, 815, 816 der Erweiterungseinrichtung 8 verbunden sind. Die Erweiterungseinrichtung 8 kann beispielsweise eine Leiterplatte 80 aufweisen, auf der elektronische Bausteine wie Prozessoren, Speicher oder andere integrierte Schaltkreise vorgesehen sind, die mit dem programmierbaren Logikschaltkreisen des zu emulierenden Entwurfs eines integrierten Schaltkreises zusammenwirken.

Die Aufnahmeeinrichtung 2, deren Steckverbinder der oberen Steckverbinderanordnung  $V_o$  mit den Steckverbindern der unteren Steckverbinderanordnung  $V_u$  der Leiterplatte 70 der Haupt-Verbindungseinrichtung 7A elektrisch verbunden sind, ist mit den Steckverbindern ihrer unteren Steckverbinderanordnung  $V_u$  mit einer schematisch dargestellten benachbarten Platine 90 elektrisch verbunden, die zu einer weiteren Erweiterungseinrichtung 9 oder auch zu einer nachfolgend beschriebenen Gruppen-Verbindungseinrichtung gehören kann. Die BUS-Leitungen 911, 912, 913, 914, 915, 916

der Leiterplatte 90 sind dabei in entsprechender Weise mit den BUS-Leitungen 211, 212, 221, 222, 231, 232 der zweiten Aufnahmeeinrichtung 2 elektrisch verbunden.

5 In Fig. 4 sind jeweils drei Aufnahmeeinrichtungspaare 1, 2; 3, 4; 5, 6 mittels Gruppen-Verbindungseinrichtungen 9A, 9B zu einem Block von sechs Aufnahmeeinrichtungen für insgesamt 18 programmierbare Logikschaltkreise zusammengeschlossen. Die Aufnahmeeinrichtungspaare 3, 4 und 5, 6 sind in der gleichen  
10 Weise aufgebaut wie das im Bezug auf Fig. 3 beschriebene Aufnahmeeinrichtungspaar 1, 3 und bestehen jeweils aus zwei Aufnahmeeinrichtungen 3, 4 und 5, 6, die jeweils über Haupt-Verbindungseinrichtungen 7B beziehungsweise 7C miteinander verbunden sind. In der Fig. 4 sind die  
15 Aufnahmeeinrichtungspaare sowie die Gruppen-Verbindungseinrichtungen 9A, 9B zum besseren Verständnis der elektrischen Verbindung in der Ebene untereinander dargestellt. In der Praxis sind sie jedoch flächig übereinander angeordnet, wie es weiter unten noch  
20 beschrieben wird.

Die Gruppen-Verbindungseinrichtungen 9A und 9B sind identisch aufgebaut und sind wie die Erweiterungsleiterplatte 9 in Fig. 3 an die benachbarte Aufnahmeeinrichtung 2, 4 beziehungsweise  
25 4, 6 angeschlossen, wie dies in Bezug auf die Aufnahmeeinrichtung 2 im Zusammenhang mit der Fig. 3 beschrieben worden ist und in der Fig. 4 in Bezug auf die Aufnahmeeinrichtungen 4 und 6 dargestellt ist. Jede der Gruppen-Verbindungseinrichtungen 9A, 9B weist somit  
30 BUS-Leitungen 911, 912, 913, 914, 915 und 916 auf, die mit den entsprechenden BUS-Leitungen der benachbarten Aufnahmeeinrichtungen 2, 4 beziehungsweise 4, 6 in der bereits beschriebenen Weise mittels entsprechender Steckverbinder von oberen und unteren  
35 Steckverbinderanordnungen elektrisch verbunden sind. In jeder der BUS-Leitungen 911, 912, 913, 914, 915, 916 ist eine

BUS-Schaltvorrichtung 911', bis 916' vorgesehen, die der im Zusammenhang mit der Fig. 2 beschriebenen Schaltvorrichtung entspricht.

- 5 Die in Fig. 4 dargestellte Verkoppelung der  
Aufnahmeeinrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6 mittels der  
Haupt-Verbindungseinrichtungen 7A, 7B, 7C und der  
Gruppen-Verbindungseinrichtungen 9A und 9B ermöglicht es, in  
Verbindung mit der flexiblen Belegung der Anschlußkontakte  
10 eines jeden programmierbaren Logikschaltkreises, daß durch  
geeignete Wahl der jeweiligen Schaltereinstellungen eine  
beliebige Verschaltung der einzelnen Logik-Schaltkreise  
vorgenommen werden kann.
- 15 In Fig. 5 ist der schematische Grundriß einer Leiterplatte 10  
der in Fig. 1 dargestellten Aufnahmeeinrichtung 1 gezeigt.  
Die einzelnen als Leiterbahnen ausgebildeten Kanäle der  
jeweiligen BUS-Leitungen sind nicht dargestellt, um die Figur  
nicht unübersichtlich erscheinen zu lassen. Bei dieser  
20 Draufsicht auf die Leiterplatte 10 sind die programmierbaren  
Logikschaltkreise 11, 12, 13 sowie die oberen  
Steckverbinderanordnungen  $V_0$  nur schematisch dargestellt. Die  
obere Steckverbinderanordnung  $V_0$  umfaßt eine Vielzahl von  
Steckverbindern, die in sechs Gruppen  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$  zu  
25 je sechs im wesentlichen quadratisch angeordneten  
Steckverbindern  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  angeordnet sind. Jede der  
Steckverbindergruppen  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$  ist einer der  
BUS-Leitungen 111, 112, 121, 122, 131, 132 zugeordnet und  
jeder der BUS-Kanäle ist mit einem der Kontakte der  
30 Steckverbinder  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  verbunden. Auf die gleiche  
Weise, wie dies vorstehend unter Bezugnahme auf die  
Steckverbindergruppe  $V_1$  für die BUS-Leitung 111 beschrieben  
worden ist, sind auch die Steckverbinder-Gruppen  $V_2, V_3, V_4, V_5$   
und  $V_6$  ausgebildet.

In Fig. 5 ist auch zu erkennen, daß zwischen den in Längsrichtung der Leiterplatte 10 angeordneten Steckverbindern  $P_1$  und  $P_6$  ein Abstand  $L$  freigehalten ist, durch den Kühlluft zu dem zwischen den Steckverbindern  $P_3$  und  $P_4$  angeordneten programmierbaren Logikschaltkreis 11 hin und an diesem seitlich und oben vorbei strömen und an der gegenüber gelegenen Seite durch eine entsprechende Öffnung  $L'$  von der Länge  $L$  wieder austreten kann. Der Verlauf der Kühlluft-Strömung ist durch Pfeile  $K$  schematisch dargestellt.

10

Die Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht eines Stapels aus Leiterplatten von Aufnahmeeinrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6 sowie Haupt-Verbindungseinrichtungen 7A, 7B, 7C und Gruppen-Verbindungseinrichtungen 9A, 9B in Richtung des Pfeils VI in Fig. 5. In dieser Darstellung ist zu sehen, daß die unteren Steckverbinderanordnungen  $V_u$  im Grundriß deckungsgleich mit den oberen Steckverbinderanordnungen  $V_o$  angeordnet sind, so daß sich die Leiterplatten 10, 70A, 20, 90A, 30, 70B, 40, 90B, 50, 70C, 60 wie in Fig. 6 gezeigt aufeinander stecken lassen. In Fig. 6 ist auch die durch den Abstand  $L$  und den Vertikalabstand zwischen zwei Leiterplatten definierte Kühlluftetrtrittsöffnung beziehungsweise Kühlluftaustrittsöffnung  $L'$  zu erkennen. Des weiteren ist zu erkennen, daß sowohl die oberste Leiterplatte 10 als auch die unterste Leiterplatte 60 mit freien oberen beziehungsweise unteren Steckverbinderanordnungen  $V_o$  beziehungsweise  $V_u$  versehen ist, in die noch weitere Einrichtungen, beispielsweise Erweiterungseinrichtungen, gesteckt werden können.

30

In Fig. 7 ist der Ablauf eines Computerprogramms zur flexiblen Verschaltung der Verbindungsstruktur einer erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch dargestellt.

35 Nach dem Start des Programms prüft das Computerprogramm in einem ersten Schritt A, ob es Elemente in dem zu emulierenden

Entwurf eines integrierten Schaltkreises gibt, die eine Platzierungsvorgabe erfordern. Derartige Elemente sind beispielsweise programmierbare Logikschaltkreise oder Erweiterungsleiterplatten. Gibt es derartige Elemente, so  
5 werden diese Elemente in einem Schritt B vor allen anderen Elementen mit ihrer Platzierungsvorgabe platziert. Danach werden im Schritt C jene Elemente platziert, die keine Platzierungsvorgabe besitzen. Nachdem die Elemente alle platziert worden sind, wird im Schritt D überprüft, ob es  
10 Signale gibt, die ein festes Pinmapping, das heißt eine feste Belegung von Anschlußkontakten, erfordern. Derartige Signale mit festem Pinmapping können beispielsweise die Verbindungen von den programmierbaren Logikschaltkreisen zu den Erweiterungselementen sein. Gibt es derartige Signale, so  
15 werden diese im Schritt E mit Vorrang geroutet. Danach werden im Schritt F alle restlichen Signale geroutet. Unter Routen versteht man dabei das Zuordnen von Leitungswegen in der gesamten BUS-Verbindungsstruktur. Sind alle Signale geroutet worden, so werden im Schritt G die sogenannten Pinmappings an  
20 den programmierbaren Logikschaltkreisen berechnet, das heißt, daß berechnet wird, welcher Kontakt von welcher BUS-Leitung, der an einem Einbauplatz anliegt, mit welchen Anschluß der internen Struktur des programmierbaren Logikschaltkreises zu verbinden ist.

25 Ist dies erfolgt, so werden die einzelnen Schalter der jeweiligen BUS-Schaltvorrichtungen geschaltet und die interne Belegung der Anschlußkontakte der jeweiligen programmierbaren Logik-Schaltkreise wird entsprechend dem berechneten  
30 Pinmapping eingerichtet.

Die Erfindung ist nicht auf das obige Ausführungsbeispiel beschränkt, das lediglich der allgemeinen Erläuterung des Kerngedankens der Erfindung dient. Im Rahmen des  
35 Schutzzumfangs kann die erfindungsgemäße Vorrichtung vielmehr auch andere als die oben beschriebenen Ausgestaltungsformen

annehmen. Die Vorrichtung kann hierbei insbesondere Merkmale aufweisen, die eine Kombination aus den jeweiligen Einzelmerkmalen der Ansprüche darstellen.

- 5 Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

10

15

20

25

30

35





Neue EP-Patentanmeldung

Anmelder: PRO DESIGN Electronic & CAD-Layout GmbH, BRUCKMÜHL

Anwaltsakte: P 1034

30. Juli 2003

5

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Emulation von Entwürfen für integrierte Schaltkreise mit einer Aufnahmeeinrichtung (1, 2, 3, 4, 5, 6) für eine Mehrzahl von programmierbaren
- 10 Logikschaltkreisen (11, 12, 13; 21, 22, 23), insbesondere FPGAs, sowie einer elektrischen Verbindungsstruktur (14; 24), die BUS-Leitungen (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) aufweist, die jeweils eine Vielzahl von Kanälen (1...k) umfassen,
- 15 dadurch gekennzeichnet ,
- daß jeder programmierbare Logikschaltkreis (11, 12, 13; 21, 22, 23) an zumindest eine BUS-Leitung (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) angeschlossen ist und
  - 20 - daß die Verbindungsstruktur (14; 24) flexibel verschaltbar ausgebildet ist,
    - indem die Belegung zumindest eines Teils der Anschlußkontakte eines jeden programmierbaren Logikschaltkreises (11, 12, 13; 21, 22, 23) frei
    - 25 programmierbar ist und
    - indem zumindest ein Teil der mit den programmierbaren Logikschaltkreisen (11, 12, 13; 21, 22, 23) verbundenen BUS-Leitungen (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232)
    - 30 derart wahlweise miteinander elektrisch verbindbar ist, daß zumindest ein Kanal (1...k) einer BUS-Leitung (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) mit einem Kanal (1...k) von zumindest einer anderen BUS-Leitung
    - 35 (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221,

222, 231, 232) mittels eines Schalters ( $S_1 \dots S_k$ ) elektrisch verbindbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Mehrzahl von Kanälen (1...k) einer BUS-Leitung  
(111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231,  
232) mit einer Mehrzahl von Kanälen (1...k) einer anderen  
10 BUS-Leitung (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221,  
222, 231, 232) wahlweise elektrisch verbindbar ist, wobei  
jeder Kanal (1...k) der einen BUS-Leitung (111, 112, 121,  
122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) mit dem  
zugeordneten Kanal (1...k) der anderen BUS-Leitung (111,  
112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232)  
15 elektrisch verbindbar ist, wobei die einzelnen Kanäle  
(1...k) unabhängig voneinander verbindbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß zwischen zumindest einem Teil der programmierbaren  
Logikschaltkreise (11, 12, 13; 21, 22, 23)  
Verbindungs-BUS-Leitungen (15, 16, 17; 25, 26, 27) zur  
direkten Verbindung der entsprechenden Logikschaltkreise  
(11, 12, 13; 21, 22, 23) miteinander vorgesehen sind.  
25
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mehrere Aufnahmeeinrichtungen (1, 2; 3, 4; 5, 6) über  
Verbindungseinrichtungen (7A, 7B, 7C; 9A, 9B) miteinander  
30 verbindbar sind, wobei die Verbindungseinrichtungen (7A,  
7B, 7C; 9A, 9B) schaltbare BUS-Leitungen aufweisen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
35 daß Haupt-Verbindungseinrichtungen (7A, 7B, 7C)  
vorgesehen sind, die jeweils zwei Aufnahmeeinrichtungen

(1, 2; 3, 4; 5, 6) miteinander verbinden, wobei die Haupt-Verbindungseinrichtungen (7A, 7B, 7C) BUS-Leitungen (711, 712, 721, 722, 731, 732) aufweisen, die jeweils einander zugeordnete BUS-Leitungen (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) der beiden Aufnahmeeinrichtungen (1, 2) miteinander verbinden und wobei die BUS-Leitungen (711, 712, 721, 722, 731, 732) einer Haupt-Verbindungseinrichtung (7A, 7B, 7C) derart wahlweise miteinander elektrisch verbindbar sind, daß zumindest ein Kanal (1...k) einer BUS-Leitung (711, 712, 721, 722, 731, 732) mit einem Kanal (1...k) von zumindest einer anderen BUS-Leitung (711, 712, 721, 722, 731, 732) elektrisch verbindbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Gruppen-Verbindungseinrichtungen (9A, 9B) vorgesehen sind, die jeweils zwei aus zwei mit einer Haupt-Verbindungseinrichtung (7A, 7B, 7C) verbundenen Aufnahmeeinrichtungen (1, 2; 3, 4; 5, 6) bestehende Aufnahmeeinrichtungspaare miteinander verbinden und wobei eine Gruppen-Verbindungseinrichtung (9A; 9B) BUS-Leitungen (911, 912, 913, 914, 915, 916) aufweist, die mit den BUS-Leitungen der jeweiligen Aufnahmeeinrichtungspaare (1, 2; 3, 4; 5, 6) verbunden sind und wobei die BUS-Leitungen (911, 912, 913, 914, 915, 916) der Gruppen-Verbindungseinrichtungen (9A, 9B) jeweils derart schaltbar sind, daß jedem Kanal (1...k) einer jeden BUS-Leitung (911, 912, 913, 914, 915, 916) der Gruppen-Verbindungseinrichtung (9A, 9B) ein Schalter ( $S_1 \dots S_k$ ) zugeordnet ist und daß die jeweiligen Schalter unabhängig voneinander ein- und ausschaltbar sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Aufnahmeeinrichtungen (1, 2, 3, 4, 5, 6), die Haupt-Verbindungseinrichtungen (7A, 7B, 7C) und die Gruppen-Verbindungseinrichtungen (9A, 9B) Leiterplatten (10, 20, 30, 40, 50, 60; 70A, 70B, 70C; 90A, 90B) aufweisen, die an ihrer Oberseite und an ihrer Unterseite jeweils mit einer Steckverbinderanordnung ( $V_o$ ,  $V_u$ ) versehen sind, die aus mehreren Steckverbindern besteht, welche in derselben Position auf der jeweiligen Leiterplatte (10, 20, 30, 40, 50, 60; 70A, 70B, 70C; 90A, 90B) angeordnet sind und wobei die nach außen führenden BUS-Leitungen der jeweiligen Leiterplatte (10, 20, 30, 40, 50, 60; 70A, 70B, 70C; 90A, 90B) sowohl mit oberen als auch mit entsprechenden unteren Steckverbindern der jeweiligen Steckverbinderanordnung ( $V_o$ ,  $V_u$ ) in gleicher Weise elektrisch verbunden sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatten (10, 20, 30, 40, 50, 60; 70A, 70B, 70C; 90A, 90B) übereinander angeordnet und mittels der Steckverbinderanordnungen ( $V_o$ ,  $V_u$ ) mechanisch und elektrisch miteinander verbunden sind, wobei jeweils zwei Leiterplatten (10, 20; 30, 40; 50, 60) der Aufnahmeeinrichtungen (1, 2; 3, 4; 5, 6) mittels einer zwischen diesen angeordneten Leiterplatte (70A, 70B, 70C) einer Haupt-Verbindungseinrichtung (7A, 7B, 7C) sandwichartig zu einem Aufnahmeeinrichtungspaar verbunden sind und wobei die Aufnahmeeinrichtungspaare miteinander mittels der Leiterplatten (90A, 90B) der Gruppen-Verbindungseinrichtungen (9A, 9B) verbunden sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einigen der Steckverbinder der jeweiligen Steckverbinderanordnungen ( $V_o$ ,  $V_u$ ) ein Abstand (L) vorgesehen ist, der das Durchströmen von Kühlluft

zwischen den Steckverbindern durch das  
Leiterplatten-Sandwich ermöglicht.

10. Computerprogramm zur flexiblen Verschaltung der  
Verbindungsstruktur einer Vorrichtung zur Emulation von  
Entwürfen für integrierte Schaltkreise gemäß einem der  
vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

daß das Computerprogramm die folgenden Programmschritte  
ausführt:

- Überprüfen, ob in dem zu emulierenden Entwurf eines  
integrierten Schaltkreises Elemente mit einer  
Platzierungsvorgabe vorgesehen sind;
- falls derartige Elemente vorgesehen sind, Zuordnen  
eines Steckplatzes der Aufnahmeeinrichtung für das  
jeweilige Element;
- Zuordnen eines jeweiligen Steckplatzes für ein  
jeweiliges Element ohne Platzierungsvorgabe;
- Überprüfen, ob zwischen den Elementen untereinander  
und/oder mit externen Erweiterungseinrichtungen  
Signale über vorgegebene Anschlußkontakte  
auszutauschen sind;
- falls dies der Fall ist, Zuordnen der jeweiligen  
Anschlußkontakte zueinander über entsprechende Kanäle  
der BUS-Leitungen;
- Routen der verbleibenden auszutauschenden Signale;
- Berechnen der internen und externen Belegung der  
Anschlußkontakte der Logikschaltkreise;
- Herstellen der internen Verbindungen zwischen dem zu  
emulierenden integrierten Schaltkreisentwurf und den  
zugeordneten Anschlußkontakten eines jeden  
programmierbaren Logikschaltkreises; und
- Herstellen der externen Verbindungen zwischen den  
Anschlußkontakten der programmierbaren  
Logikschaltkreise und den zugeordneten Kanälen der  
BUS-Leitungen.



Neue EP-Patentanmeldung

Anmelder: PRO DESIGN Electronic & CAD-Layout GmbH, BRUCKMÜHL

Anwaltsakte: P 1034

30. Juli 2003

5

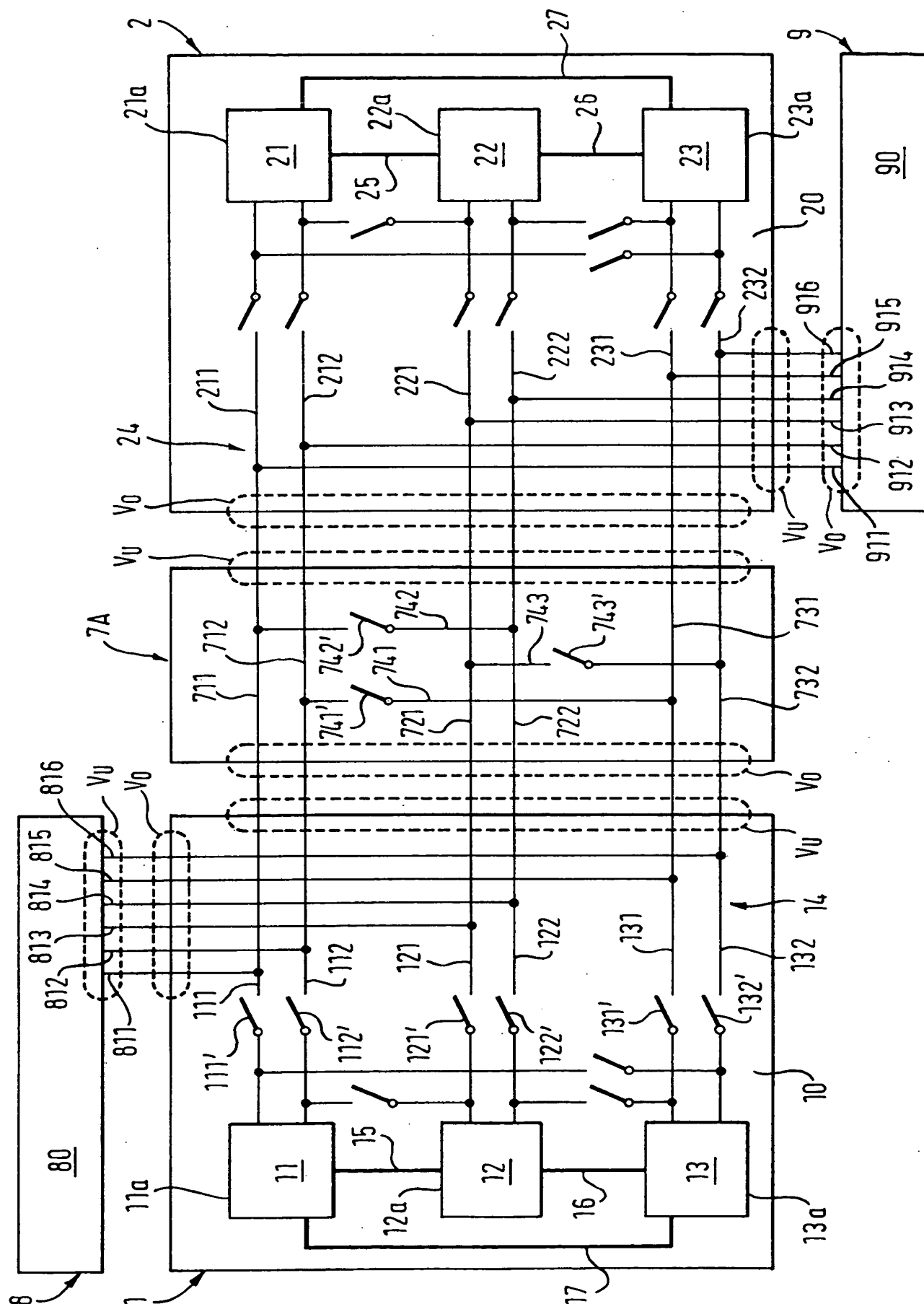
### Zusammenfassung

Eine Vorrichtung zur Emulation von Entwürfen für integrierte Schaltkreise mit einer Aufnahmeeinrichtung (1, 2, 3, 4, 5, 6) für eine Mehrzahl von programmierbaren Logikschaltkreisen (11, 12, 13; 21, 22, 23), insbesondere FPGAs, sowie einer elektrischen Verbindungsstruktur (14; 24), die BUS-Leitungen (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) aufweist, die jeweils eine Vielzahl von Kanälen (1...k) umfassen, ist dadurch gekennzeichnet, daß jeder programmierbare Logikschaltkreis (11, 12, 13; 21, 22, 23) an zumindest eine BUS-Leitung (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) angeschlossen ist und daß die Verbindungsstruktur (14; 24) flexibel verschaltbar ausgebildet ist, indem die Belegung zumindest eines Teils der Anschlußkontakte eines jeden programmierbaren Logikschaltkreises (11, 12, 13; 21, 22, 23) frei programmierbar ist und indem zumindest ein Teil der mit den programmierbaren Logikschaltkreisen (11, 12, 13; 21, 22, 23) verbundenen BUS-Leitungen (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) derart wahlweise miteinander elektrisch verbindbar ist, daß zumindest ein Kanal (1...k) einer BUS-Leitung (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) mit einem Kanal (1...k) von zumindest einer anderen BUS-Leitung (111, 112, 121, 122, 131, 132; 211, 212, 221, 222, 231, 232) mittels eines Schalters ( $S_1 \dots S_k$ ) elektrisch verbindbar ist.

(Hierzu Fig. 3)



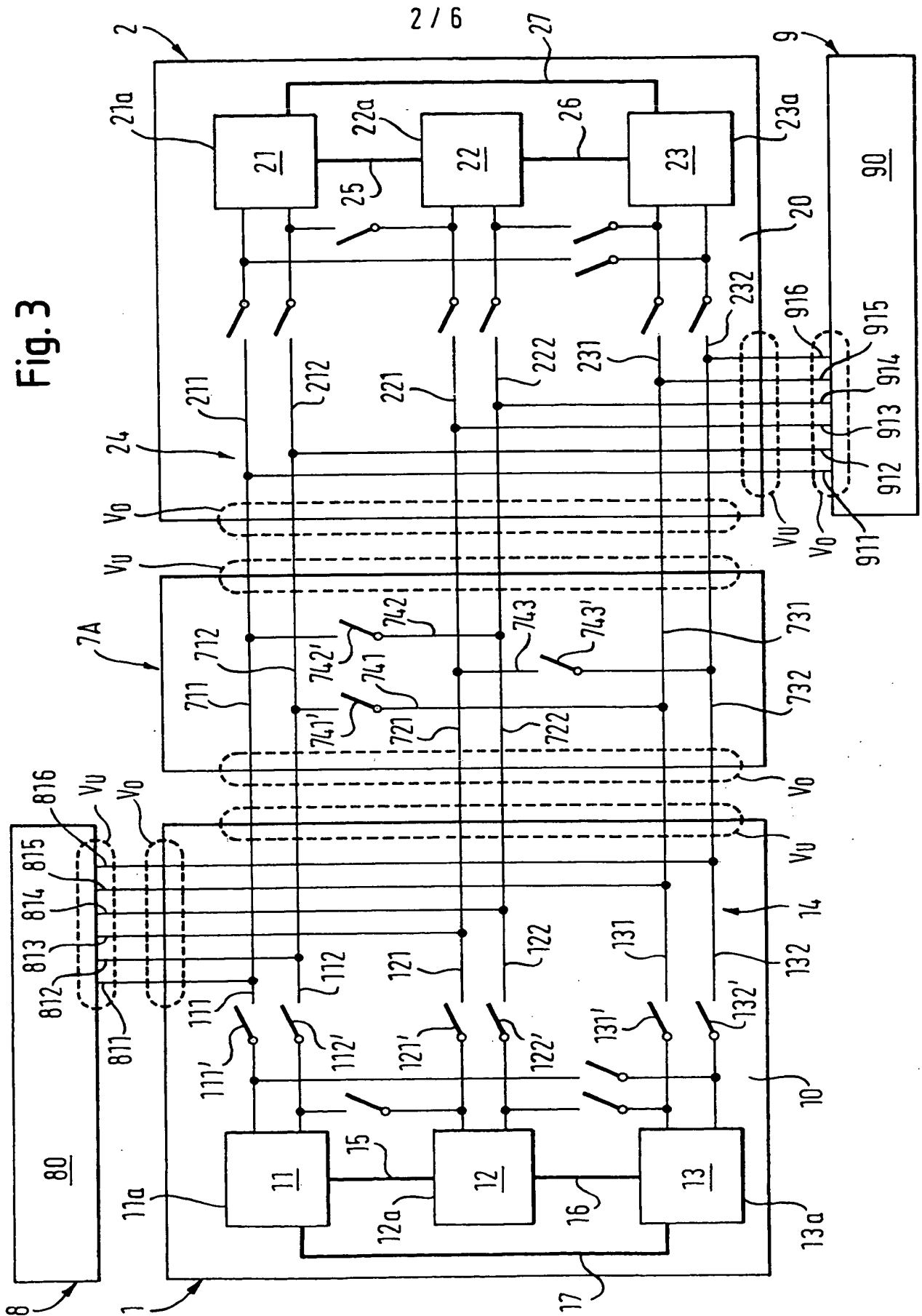


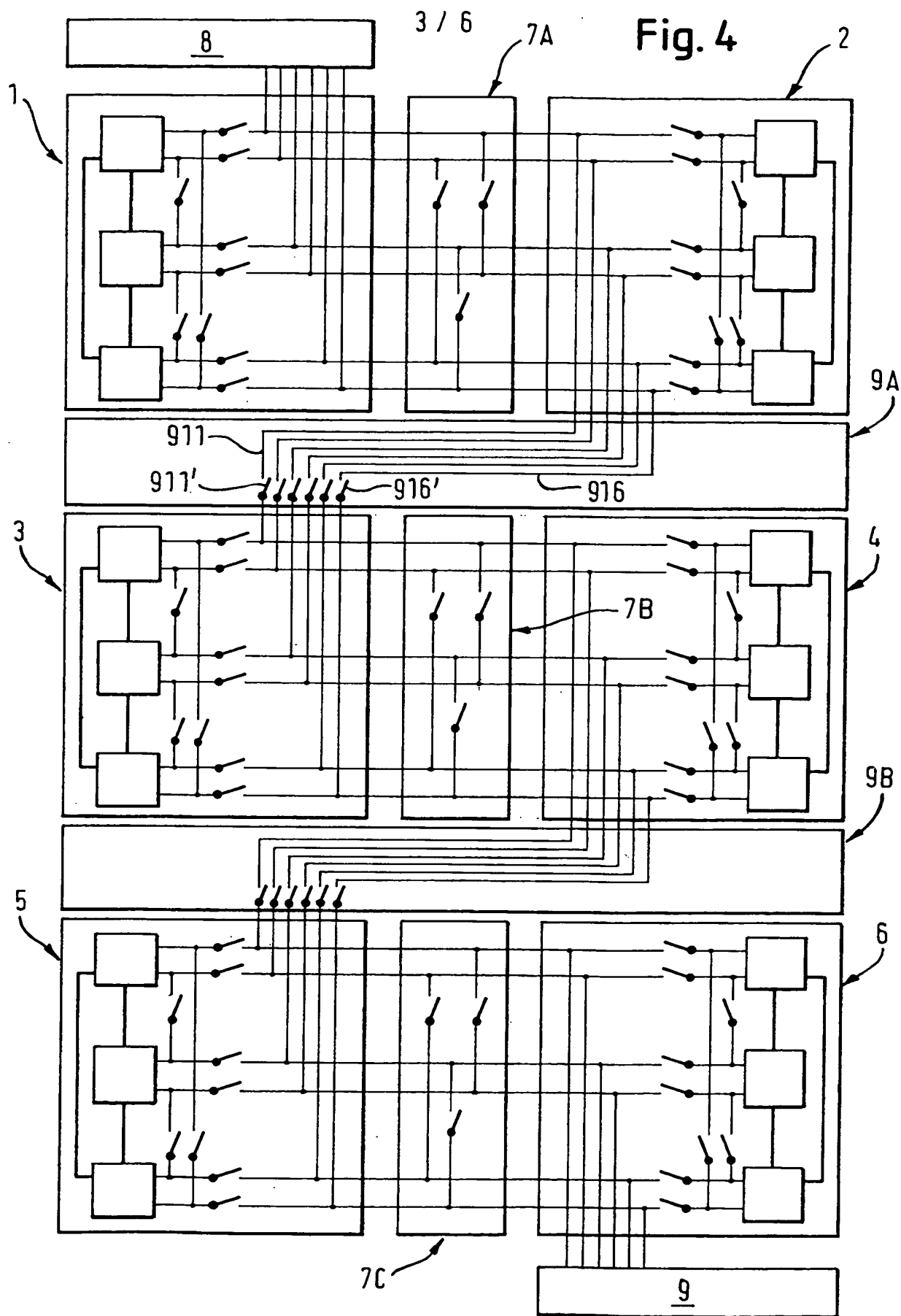




[illegible]

Fig. 3





**Fig. 5**

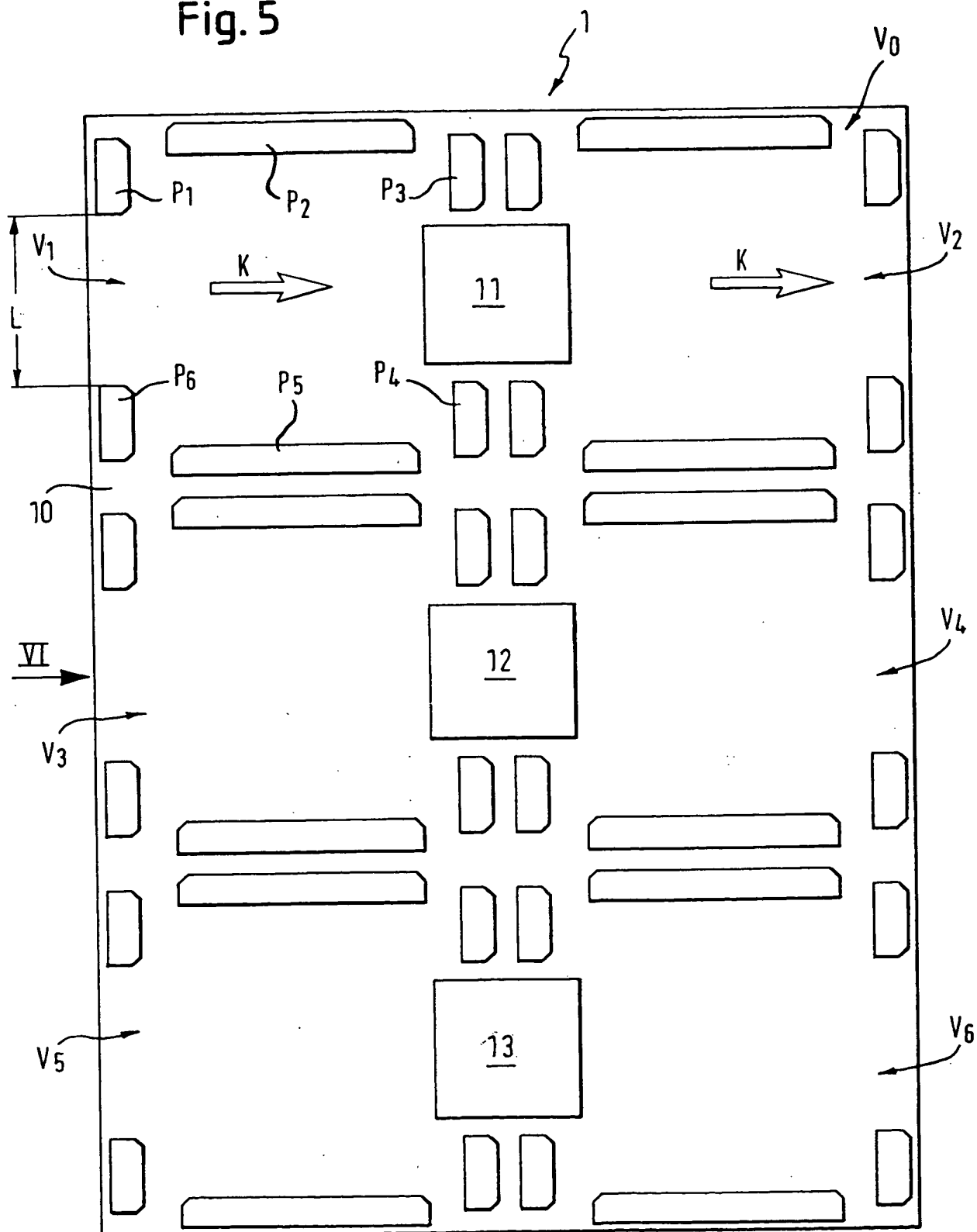


Fig. 6

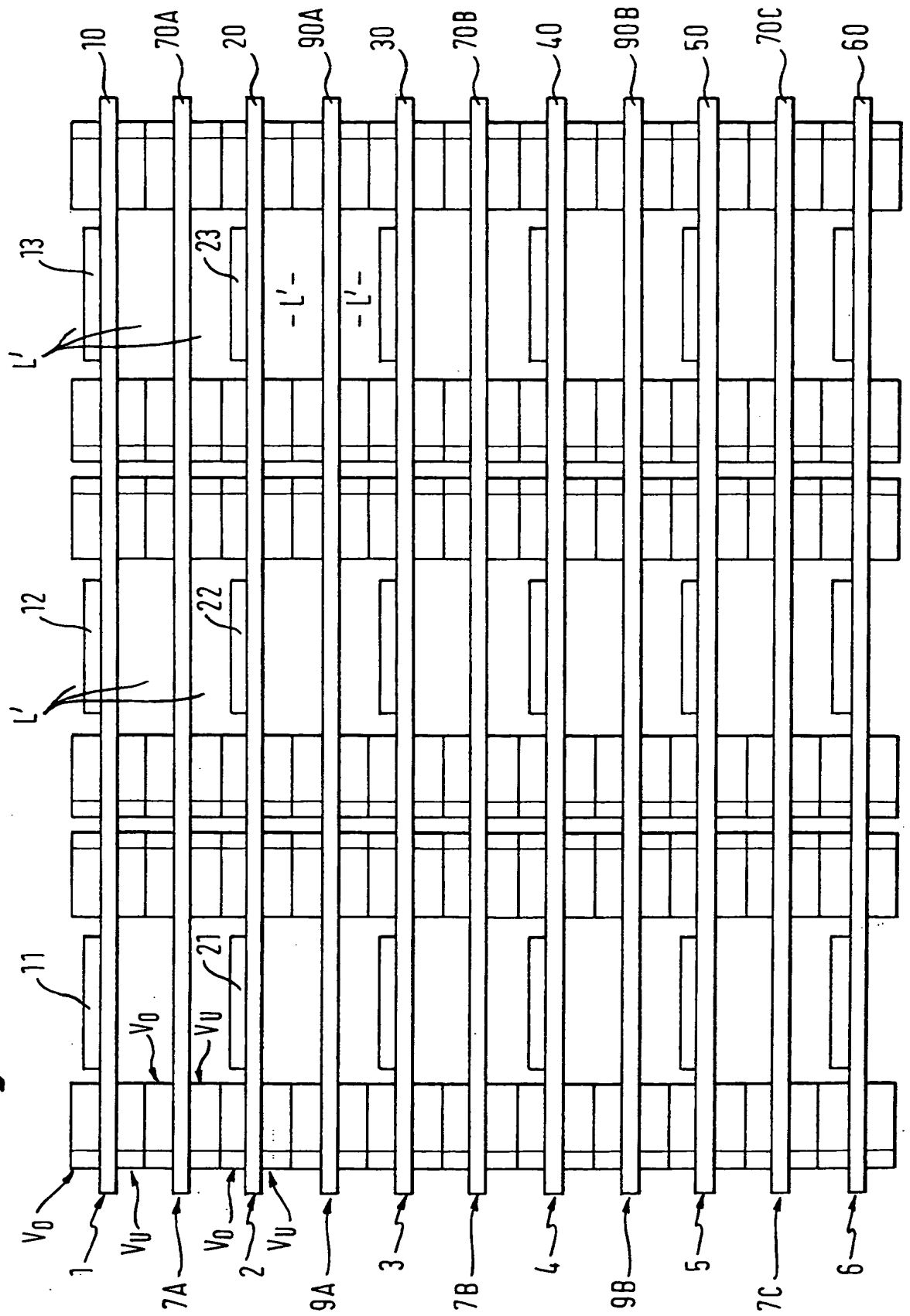


Fig. 7

